

# 位相差トラッキング法を用いた非侵襲的胎児脈圧計測法の臨床応用に向けた妥当性

著者	小堀 周作
号	89
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	医博第4010号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00129425">http://hdl.handle.net/10097/00129425</a>

氏名	こぼり しゅうさく 小堀 周作
学位の種類	博士(医学)
学位授与年月日	2020年3月25日
学位授与の条件	学位規則第4条第1項
研究科専攻	東北大学大学院医学系研究科(博士課程) 医科学専攻
学位論文題目	位相差トラッキング法を用いた非侵襲的胎児脈圧計測法の臨床 応用に向けた妥当性
論文審査委員	主査 教授 八重樫 伸生 教授 伊藤 潔 教授 富田 博秋

## 論文内容要旨

ヒト胎児において、非侵襲的に得られる情報は非常に限られている。現在最も産科の臨床で頻用されているのが胎児心拍数モニタリングであるが、今までの研究で胎児心拍モニタリングを使用することで子宮内胎児死亡を減少することができても、脳性麻痺を減らすことは達成されていない。

今回用いた位相差トラッキング法は、超音波RF受信信号より、位相差から計測点の微細な運動速度を計測することが可能である。これは、速度として0.1mm/s、積分値の距離として0.2 $\mu$ mという非常に高い精度で目的点の計測を可能となる。これまでわれわれはこの新たな技術を用い、胎児血管壁の微細な運動を計測することにより脈波伝搬速度(pulse wave velocity; PWV)の計測を可能とし、また運動方程式である Moens-Korteweg 式や Water-Hammer 式より胎児の脈圧(pulse pressure; PP)計測を可能とした。しかし、今までの研究では、この胎児脈圧値が臨床的にどのような価値があるのか、また位相差トラッキング法で求めた脈圧推定値と胎児で実際に測定した脈圧実測値との間に相関性があるのか証明されていなかった。今回循環パロメータとしての脈圧計測の意義と位相差トラッキング法による脈圧計測法の精度を検証し、胎児の循環動態評価法として有用であるかを検証した。

予備実験では未熟新生児を対象とし、循環パロメータとしての脈圧計測値の意義を示した。研究[1]では正常新生児を対象とし、脈圧計測法の精度を検証した。研究[2]人工胎盤ヒツジを対象とし、胎児脈圧計測法の精度を検証した。

予備実験：超低出生体重児10例、極低出生体重10例の計測値が収集可能であり、228ポイントの計測値をカルテ録より抽出した。脈圧値は平均血圧( $y = 0.7x - 2.04$ ,  $R = 0.84$ ,  $p < 0.01$ )や収縮期血圧( $y = 0.52x - 3.84$ ,  $R = 0.94$ ,  $p < 0.01$ )と強い相関を認めた。

研究[1] 正常新生児30例で非侵襲的脈圧計測をおこなった。脈圧推定値と脈圧実測値との間の相関は強いことが分かった( $y = 0.86x$ ,  $R = 0.88$ ,  $p < 0.05$ )。

研究[2] 人工胎盤ヒツジ3頭(胎齢137日1頭、胎齢90日2頭)で計測が可能であった。また非侵襲的脈圧計測は89回中60回で解析が可能であった。非侵襲的脈圧測定値と脈圧実測値との間に強い相関を認めた( $y = 1.03x$ ,  $R = 0.95$ ,  $p < 0.01$ )。ほとんどすべての計測において、推定脈圧値の計測誤差は $\pm 3$ mmHg以内であった。

位相差トラッキング法によって非侵襲的に計測された脈圧値はヒツジ胎児、ヒト新生児で適用可能であった。また生体情報として血圧情報を反映していると考えられた。これよりヒト胎児の循環動態評価法として期待される手法であることが分かった。

## 審 査 結 果 の 要 旨

博士論文題目 .....位相差トラッキング法を用いた非侵襲的胎児脈圧計測法の臨床応用に向けた妥当性.....

所属専攻・分野名 .....医科学専攻 ..... 婦人科学分野.....

学籍番号 ..... B6MD5052 ..... 氏名 小堀 周作.....

ヒト胎児において、非侵襲的に得られる情報は非常に限られている。現在産科の臨床で最も頻用されているのが胎児心拍数モニタリングであるが、今までの研究で胎児心拍モニタリングを使用することで子宮内胎児死亡を減少することができても、脳性麻痺を減らすことは達成されていない。

今回用いた位相差トラッキング法は、超音波RF受信信号より、位相差から計測点の微細な運動速度を計測することが可能である。これは、速度として0.1mm/s、積分値の距離として0.2 $\mu$ mという非常に高い精度で目的点の計測を可能となる。これまでわれわれはこの新たな技術を用い、胎児血管壁の微細な運動を計測することにより脈波伝搬速度（pulse wave velocity；PWV）の計測を可能とし、また運動方程式である Moens-Korteweg 式や Water-Hammer 式より胎児の脈圧（pulse pressure；PP）計測を可能とした。しかし、今までの研究では、この胎児脈圧値が臨床的にどのような価値があるのか、また位相差トラッキング法で求めた脈圧推定値と胎児で実際に測定した脈圧実測値との間に相関性があるのかが証明されていなかった。今回循環パロメータとしての脈圧計測の意義と位相差トラッキング法による脈圧計測法の精度を検証し、胎児の循環動態評価法として有用であるかを検証した。

予備実験では未熟新生児を対象とし、循環パロメータとしての脈圧計測値の意義を示した。研究〔1〕では正常新生児を対象とし、脈圧計測法の精度を検証した。研究〔2〕では人工胎盤ヒツジを対象とし、胎児脈圧計測法の精度を検証した。

予備実験では超低出生体重児10例、極低出生体重10例の計測値が収集可能であり、228ポイントの計測値をカルテ録より抽出した。脈圧値は平均血圧や収縮期血圧と有意な相関関係を認めた。つまり脈圧値は、収縮期血圧や平均血圧と同等の循環パロメータとなる可能性を示した。研究〔1〕では正常新生児30例で非侵襲的脈圧計測をおこなった。脈圧推定値と脈圧実測値との間には有意に相関した。研究〔2〕では人工胎盤ヒツジ3頭（胎齢137日1頭、胎齢90日2頭）を用いて計測した。非侵襲的脈圧計測は89回中60回で解析が可能であった。非侵襲的脈圧測定値と脈圧実測値との間に強い相関を認めるとともに、推定脈圧値の計測誤差は $\pm 3$ mmHg以内であった。このように本研究では、位相差トラッキング法によって非侵襲的に計測された脈圧値はヒト新生児とヒツジ胎仔において精度よく計測できることを示すとともに、生体情報として血圧情報を反映していることも明らかにした。

本研究はヒト胎児において非侵襲的脈圧計測が適応可能であることを世界で初めて示したものであり、学位に十分値する。

よって、本論文は博士（医学）の学位論文として合格と認める。